

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 63029212  
 PUBLICATION DATE : 06-02-88

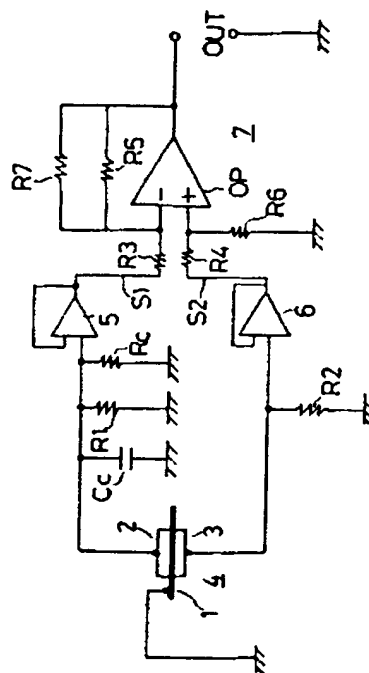
APPLICATION DATE : 23-07-86  
 APPLICATION NUMBER : 61171686

APPLICANT : NISSAN MOTOR CO LTD;

INVENTOR : OBAYASHI HIROAKI;

INT.CL. : G01D 5/14 G01P 15/09 H04R 17/00

TITLE : PIEZOELECTRIC DYNAMIC QUANTITY  
 SENSOR



ABSTRACT : PURPOSE: To compensate a difference between piezoelectric elements and to detect a dynamic quantity with high accuracy by providing a variable control circuit element and giving two piezoelectric elements the same piezoelectric characteristics.

CONSTITUTION: The piezoelectric elements 2 and 3 are adhered to both surfaces of a grounded metallic plate 1 so that their polling directions are opposite, thereby forming an optical quantity detection part. Stored charges of the elements 2 and 3 are discharged through resistances R1 and R2 and voltages across the resistances are supplied to a differential amplification part 7 through amplifiers 5 and 6. The amplification part 7 sends out an output signal OUT obtained by amplifying the difference between the input signals S2 and S1 by an amplification factor  $R5/R3$ . In this case, a capacitor Cc for compensating the capacity difference between the elements 2 and 3 is connected in parallel to the R1 and R2, and a resistance Rc for compensation is connected to make the piezoelectric characteristics of the elements coincident with each other.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## ⑩ 公開特許公報 (A)

昭63-29212

⑩ Int. Cl. \*

識別記号

庁内整理番号

⑩ 公開 昭和63年(1988)2月6日

G 01 D 5/14  
G 01 P 15/09  
H 04 R 17/00P-7905-2F  
8203-2F  
Z-6824-5D

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑩ 発明の名称 圧電式力学量センサ

⑩ 特 願 昭61-171686

⑩ 出 願 昭61(1986)7月23日

⑩ 発 明 者 浅 岡 昭 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社  
内  
⑩ 発 明 者 大 林 博 明 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社  
内  
⑩ 出 願 人 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地  
⑩ 代 理 人 弁理士 三好 保男 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

圧電式力学量センサ

## 2. 特許請求の範囲

(1) 二枚の圧電素子をポーリング方向を逆にして配置し、それら出力を合成するようにした圧電式力学量センサにおいて、一方又は両方の上記圧電素子に並列に接続する可制御容量素子と、一方又は両方の上記圧電素子に並列に接続する負荷抵抗値を制御する負荷抵抗調整手段と、上記各圧電素子の発生出力信号を制御するゲインコントロール手段とのうち少なくとも一つを有することを特徴とする圧電式力学量センサ。

(2) 上記可制御容量素子、上記負荷抵抗調整手段又は/及び上記ゲインコントロール手段は、上記各圧電素子の振動系列における合成共振の比、合成共振の比、共振係数が等しくなるように制御することを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の圧電式力学量センサ。

## 3. 発明の詳細な説明

## 【産業上の利用分野】

この発明は、圧電素子を用いた圧電式力学量センサに関し、特に共振による影響を排して高共振に加速度、速度、距離等の力学量を検出し得るようにしたものである。

## 【従来の技術】

周知のように、圧電素子が有する圧電効果を利用し、例えば加速度的に変化する力を振動的な高共振に変換して加速度的等の力学量を検出するようにした力学量センサが種々提案されており(例えば、実開第60-70133号公報)、検出精度を高めるような各種の工夫がなされている。

例えば、圧電素子は圧電性に加え、外周面膜の皮膜に対しても電流を流す性質(圧電性)を有しているため、2枚の圧電素子をポーリング方向を逆にして重ね付け、それらの検出電流を減算することで漏れ電流を打ち消して検出精度を高めるような工夫がなされている。

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような2枚の圧電素子を用

いるセンサにおいては、2枚の圧電素子のバラツキによる特性（共振、共振振幅）の違いにより、また、電荷（電流）／電圧変換用の外付抵抗の違いにより、完全には共振周波数の影響を打ち消さない。そのため、共振計測時の精度が実用上十分な精度に保たれていなかった。

この発明は、以上の点を考慮してなされたもので、2枚の圧電素子による違いを補償して高精度に力学量を検出することのできる圧電型力学センサを提供しようとするものである。

（問題点を解決するための手段）

かかる問題点を解決するため、この発明においては、2枚の圧電素子2、3をポーリング方向を逆にして配列し、それら出力を合成するようにした圧電型力学センサにおいて、一方又は両方の圧電素子2、3に並列に接続する可制御増幅素子C<sub>0</sub>と、一方又は両方の圧電素子2、3に並列に接続する負荷抵抗値を調節する負荷抵抗調整手段R<sub>0</sub>と、各圧電素子2、3の発生出力電圧を制御するゲインコントロール手段7、R7のうち少な

くとも1つを有するようにした。

〔作用〕

2枚の圧電素子2、3の異なる違いにより、共振性は完全に打ち消せない。

検討した結果、各圧電素子2、3の共振系における合成容量の比、合成抵抗の比、共振振幅比を等しくすると各圧電素子2、3がばらつきにより特性が異なっているも共振性による影響を打ち消すことができることが分かった。

そこで、可制御増幅素子C<sub>0</sub>、負荷抵抗調整手段R<sub>0</sub>、ゲインコントロール手段7、R7を設けてかかる条件を満足するようにした。

〔実施例〕

以下、図面を参照しながら本発明の一実施例を説明する。

第1図において、アースされている金属板1の両面には、ポーリング方向（極性）が反対になるように圧電素子2及び3が接続されており、これら金属板1、圧電素子2、3により力学量検出部4を構成している。

- 3 -

各圧電素子2、3に蓄積された電荷は、それぞれ外電路抵抗R1、R2を介して流すようになされており、抵抗R1、R2の両端に生じた電圧信号がバッファ増幅器5、6を介して差動増幅部7に与えられる。

差動増幅部7は、到来する電圧信号S1及びS2をそれぞれ、同一相の入力抵抗R3、R4を介して与える増幅増幅部OPと、増幅抵抗R5と、正転転入力端とアース間に接続された増幅抵抗R5と同一相をとる抵抗R6とからなる。かくして、差動増幅部7は、入力信号S2、S1の差（S2-S1）を増幅率R5/R3とした出力信号OUTを送出する。ここで、増幅部7を差動増幅回路で構成するようにしたのは、共通性による影響を減らして打ち消すためである。

この実施例の場合、以上の構成に加えて各種の補償回路素子が設けられている。すなわち、抵抗R1及びR2の一方又は両方に並列に、圧電素子2及び3間の容量を補償するための補償用コンデンサC<sub>0</sub>（第1図においては、抵抗R1側に接

- 4 -

続した電圧を示す）が接続されている。また、抵抗R1及びR2の一方又は両方に並列に、抵抗R1及びR2間の偏置を補償するための補償用抵抗R<sub>0</sub>（第1図においては、抵抗R1側に接続した場合を示す）が接続されている。さらにまた、差動増幅部7における増幅率補償用に抵抗R7が増幅抵抗R5と並列に接続されている。

上述の各種補償回路素子は、以下に示す説明に基づき説明される。

温度が $\delta T$ 変化したときに圧電素子2、3に発生する電荷増分 $\delta Q$ は、電荷増分を $A$ 、比容量 $C_p = \delta P / \delta T$  ( $e/m^2 K$ ) にとすると、 $\delta Q = A \times \delta P \delta T$  となり、温度変化率を $\beta$  ( $\delta - \delta T / \delta t$ ) とすると、発生する電流 $i$ は次式

$$i = \delta Q / \delta t = A \times \delta P \delta T / \delta t \\ = A \times \beta \times B \quad \text{--- (1)}$$

( $\alpha$ は圧電増出力の固有の定数)のようになる。

そこで、第1図に示す増幅部4を含む回路の共振性に与える部分の等価回路は第2図に示すようになる。ここで、 $i_1$ 、 $i_2$ は、温度変化率 $\beta$ に

- 5 -

- 60 -

- 6 -

比例する定電流源、 $R_{i1}$ 、 $R_{i2}$  は圧電素子2、3の総抵抗値、 $C_{i1}$ 、 $C_{i2}$  は圧電素子2、3の容量、 $C_{e1}$ 、 $C_{e2}$  は付加容量（コンデンサの値に対応している）、 $R_{e1}$ 、 $R_{e2}$  は付加抵抗（抵抗 $R_e$ に対応している）である。定電流源より流れた電流を $i_{i1}$ 、 $i_{i2}$  とおき、付加抵抗（抵抗 $R_e$ に対応している） $i_{e1}$ 、 $i_{e2}$  であり、定電流源 $i_{i1}$ 、 $i_{i2}$  より流れた電流を $i_{e1}$ 、 $i_{e2}$  とおき、付加抵抗 $R_{e1}$ 、 $R_{e2}$  の両端に発生する電圧を $V_1$ 、 $V_2$  とすると、 $C_{i1}$ 、 $C_{e1}$ 、 $C_{i2}$ 、 $C_{e2}$  に電荷が蓄えられていない時点（この時点を $t=0$ とおく）より以後の電圧 $V_1$ 、 $V_2$  は、次式

$$\begin{aligned} V_1 &= i_{i1} \times (R_{i1} \parallel R_{e1}) \\ &\quad (1 - e^{-t / (R_{i1} \parallel R_{e1})}) \\ &\quad \times (C_{i1} \parallel C_{e1}) \dots \dots (1) \\ V_2 &= i_{i2} \times (R_{i2} \parallel R_{e2}) \\ &\quad (1 - e^{-t / (R_{i2} \parallel R_{e2})}) \\ &\quad \times (C_{i2} \parallel C_{e2}) \dots \dots (2) \end{aligned}$$

に示ようになる（ $X \parallel Y$  は素子 $X$ と $Y$ の並列

接続における合成インピーダンスを示す。）  
 低電流源を圧電素子2、3について完全に打ち消しあうには、次式  
 $V_1 = V_2 \dots \dots (3)$   
 を満足すれば良く、このためには、例、(1)式により、次式

$$\begin{aligned} i_{i1} \times (R_{i1} \parallel R_{e1}) &= i_{i2} \\ &\quad \times (R_{i2} \parallel R_{e2}) \dots \dots (4) \\ (R_{i1} \parallel R_{e1}) \times (C_{i1} \parallel C_{e1}) \\ &= (R_{i2} \parallel R_{e2}) \times (C_{i2} \parallel C_{e2}) \\ &\dots \dots (5) \end{aligned}$$

の関係を満足すれば良いことが分かる。この(4)、(5)式により従って次式

$$\frac{i_{i1}}{i_{i2}} = \frac{R_{i2} \parallel R_{e2}}{R_{i1} \parallel R_{e1}} = \frac{C_{i2} \parallel C_{e2}}{C_{i1} \parallel C_{e1}} \dots \dots (6)$$

を満足することが低電流源を完全に打ち消すための条件であることが分かる。

次に実際の圧電素子、抵抗、容量の合わせ込み方法について説明する。上述の(6)式より3つの要素の比が等しければ良いので3つの要素のうち、2

- 7 -

つを他の1つに合わせれば良いことになる。(4)、(5)式から明らかのように、抵抗値は、両式に同様してくるので、抵抗値の比 $R_{i1} \parallel R_{e1} / R_{i2} \parallel R_{e2}$ を固定して、低電流及び容量をこの抵抗値の比に合わせるのが最も調整しやすいと考えられ、以下では、かかる手順に従った調整方法について述べる。

例えば $i_{i1} / i_{i2} = 0.5$ 、 $(R_{i1} \parallel R_{e1}) / (R_{i2} \parallel R_{e2}) = 1.0$ 、 $(C_{i2} \parallel C_{e2}) / (C_{i1} \parallel C_{e1}) = 0$ 、つまりのとき圧電素子2、3を、単位時間当りの電圧振幅を一定にして加振して行くと、電圧 $V_1$ 及び $V_2$ は第3図に示すように発生してゆく。電流 $i_{i1}$ 、 $i_{i2}$ の合わせ方であるがこれら抵抗 $i_{i1}$ 、 $i_{i2}$ を直接合わせるのには困難である。しかし、次式  $V_1 = K V_2 \dots \dots (7)$  のように定数増幅率 $K$ の増幅率を決めれば $i_{i1} = K i_{i2}$ と等価であることから増幅率を可変して低電流 $i_{i1}$ 、 $i_{i2}$ を所定比に合わせると同様の状態になる。第5図において増幅回路

- 8 -

増、充分時間が経過した期間 $t$ における電圧 $V_1$ 及び $V_2$ の値を $V_1(t)$ 、 $V_2(t)$ とおくと、 $V_1(t) / V_2(t) = 2.00$ であるから、増幅率 $K$ を2.00とすると、電圧 $V_1$ 及び $V_2$ は第4図のようになる。実際には、抵抗値があるから、抵抗 $R_7$ を可変して $K$ を1から可変してゆき、 $V_1(t) = V_2(t)$ になるように $K$ を決定する。この状態で、(6)式の $i_{i1} / i_{i2} = R_{i2} \parallel R_{e2} / R_{i1} \parallel R_{e1}$ が満足された。

次に容量を増減する動作を説明する。第4図において、電圧 $V_1$ と $V_2$ の波形が重なるように増減容量 $C_{e1}$ 又は $C_{e2}$ （ $C_e$ （第1図））を付加してゆき、一致したときに、付加を停止する。この停止時の波形を第5図に示す。これで(6)式の $R_{i1} \parallel R_{e1} / R_{i2} \parallel R_{e2} = C_{i2} \parallel C_{e2} / C_{i1} \parallel C_{e1}$ が満足され、以下より(6)式に示す条件が満足され、低電流源を打ち消しあうことができたことになる。

同様に、圧電性による増幅回路は、圧電素子2、3を並列に接続しているため増幅回路7

- 9 -

- 61 -

- 10 -

R7—過幅率調整用抵抗

代 理 人 弁 理 士 三 好 信 男

において加算されるため、打ち消されることなく、出力信号に含まれることになる。感度を打ち消すための補償用調整素子の電位によって加算係数が変化するが、送出される出力信号は加算係数が変化しても外部入力に対する線形性を維持しており、調整による影響は受けない。

〔発明の効果〕

以上説明してきたように、この発明によれば、可制御調整素子を設けて2個の圧電素子の応答特性を一致させるようにしたので低周波力学量検出時、ノイズ成分となる風電電荷を減弱することで妨害に打ち勝つことができ高周波に力学量を検出できるという効果が得られる。

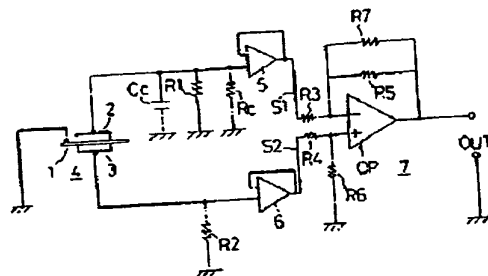
4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明により圧電式力学量センサの一端部を示す接続図、第2図はその等価回路図、第3図～第5図はその調整時における特性を示す特性曲線図である。

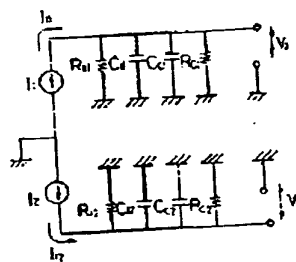
2、3—圧電素子 7—変動増幅部  
Cc—補償用コンデンサ R0—補償用抵抗

- 11 -

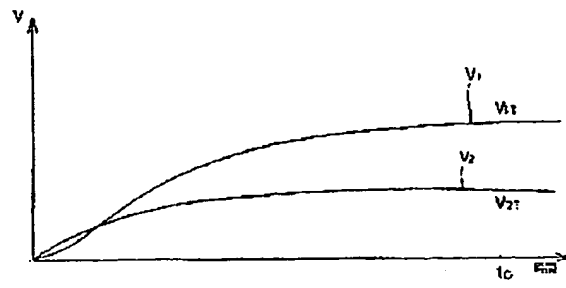
- 12 -



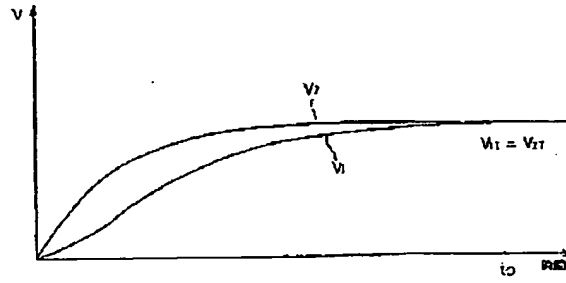
第1図



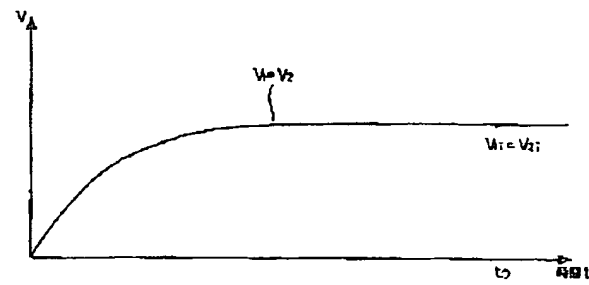
第2図



第 3 图



第 4 图



第 5 图

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**